

UB-NO: DE003841579A1

DOCUMENT-IDENTIFIER: DE 3841579 A1

TITLE: Shuttering for large-format, curved precast
reinforced-concrete compound units

PUBN-DATE: June 13, 1990

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
ZAPF, WERNER	DE

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
ZAPF WERNER KG	DE

APPL-NO: DE03841579

APPL-DATE: December 9, 1988

PRIORITY-DATA: DE03841579A (December 9, 1988)

INT-CL (IPC): E04G011/20

EUR-CL (EPC): B28B007/00 ; B28B007/06, B28B007/04 , E04G011/06

US-CL-CURRENT: 249/20

ABSTRACT:

The invention relates to a shuttering for large-format, segment-type precast reinforced-concrete compound units which are curved in one cross-section and are rectilinear in the cross-section running at right angles thereto. The invention provides that at least sub-regions of the shuttering skin (12) can be elastically deformed and the shuttering skin (12) can be changed in terms of its **curvature**, that at least one basic framework (2) is present, which is flexurally rigid at least in the direction of **curvature** and

on which adjustment means for changing the arc of **curvature** (10) of the shuttering skin (12) act, and that basic framework (2), shuttering skin (12) and adjustment means together form, with an adjusted arc of **curvature** (10), a dimensionally stable segment-shuttering element. <IMAGE>



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑳ Aktenzeichen: P 38 41 579.8
㉔ Anmeldetag: 9. 12. 88
㉕ Offenlegungstag: 13. 6. 90

DE 3841579 A1

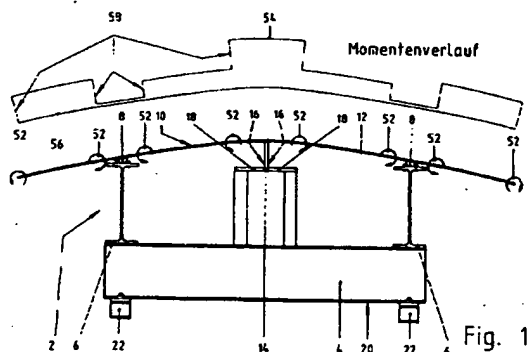
㉗ Anmelder:
Werner Zapf KG, 8580 Bayreuth, DE

㉘ Vertreter:
Jung, E., Dipl.-Chem. Dr.phil.; Schirdewahn, J.,
Dipl.-Phys. Dr.rer.nat.; Gernhardt, C., Dipl.-Ing.,
Pat.-Anwälte, 8000 München

㉙ Erfinder:
Zapf, Werner, 8580 Bayreuth, DE

㉚ Schalung für großformatige gekrümmte Stahlbetonfertigteile

Die Erfindung bezieht sich auf eine Schalung für großformatige, in einem Querschnitt gekrümmte, im rechtwinkelig dazu verlaufenden Querschnitt gerade segmentförmige Stahlbetonfertigteile. Nach der Erfindung ist vorgesehen, daß mindestens Teilbereiche der Schalhaut (12) elastisch verformbar sind und die Schalhaut (12) in ihrer Krümmung veränderbar ist, daß mindestens ein wenigstens in Krümmungsrichtung biegesteifes Grundgerüst (2) vorhanden ist, an dem Einstellmittel für die Veränderung des Krümmungsbogens (10) der Schalhaut (12) angreifen, und daß Grundgerüst (2), Schalhaut (12) und Einstellmittel zusammen bei eingestelltem Krümmungsbogen (10) ein formstabiles Segmentschalungselement bilden.



DE 3841579 A1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Schalung für großformatige, in einer Querschnittsebene gekrümmte, in der dazu rechtwinkligen Querschnittsebene gerade, segmentförmige Stahlbetonfertigteile.

Die Abmessungen solcher Teile liegen insbesondere in den folgenden Grenzen: die Breite der Krümmungsbogen beträgt von 2,00 m bis 4,00 m, vorzugsweise 2,75 bis 2,90 m, die Länge in Richtung der geradlinigen Mantellinien liegt von 1,00 bis 10,00 m, vorzugsweise 3,00 bis 6,00 m. Die Krümmungsradien können von 2,00 bis 30,00 m variieren und liegen vorzugsweise im Bereich von 3,50 bis 25,00 m.

Schalungen für solche segmentförmigen Stahlbetonfertigteile sind bekannt. Wie im Fertigteilbau üblich, werden dafür unzerlegbare starre Stahlschalungen eingesetzt. Diese Schalungen haben den Vorteil hoher Maßgenauigkeit, hoher Oberflächengüte und langer Standzeit. Sie haben jedoch den Nachteil, daß sie nur für eine bestimmte Krümmung des Stahlbetonfertigteiles verwendbar sind. Die Erfindung geht von dieser Art von Schalungen aus.

Es sind andererseits Schalungen für Rundbauten in Ortbetonbauweise bekannt, die in ihrer Krümmung veränderbar sind. Eine solche Schalung zeigt z. B. die DE-AS 24 26 708 bzw. die ähnliche EU-OS 01 39 820. Bei Schalungen dieser Gattung sind eine Vielzahl von parallel zu den Mantellinien der gekrümmten Fläche verlaufenden Längsträger angeordnet, die mit verstellbaren Riegeln in ihrer Winkelstellung zueinander verstellbar sind. An der Außenseite der Längsträger ist eine elastisch verformbare Schalhaut, im allgemeinen aus Holz oder Preßspan, befestigt. Diese Schalungen sind in ihrer Krümmung veränderbar; sie haben aber den Nachteil, daß wegen der geringen Steifigkeit der Schalhaut und den hohen Betondrücken beim Füllen der Schalung eine große Zahl von Längsträgern erforderlich ist und dadurch auch eine Vielzahl von einzelnen Riegeln angeordnet ist, die einzeln verstellt werden müssen. Außerdem ist dieses System nur für geschlossene Ring verwendbar, weil sonst keine ausreichende Stabilität der Schalung erreichbar ist.

Die letztgenannten Nachteile gelten auch für die Schalung nach der DE-AS 21 40 638, bei der jeweils 2 Längsträger auf Querriegeln abgestützt sind, welche mit Gelenken verbunden sind und gegeneinander abgewinkelt werden können, so daß sie zu einem geschlossenen Ring zusammengefügt werden können. Auch dieses Schalungssystem erlangt erst als geschlossene Ringschalung eine für hohe Betonierdrücke ausreichende Formstabilität.

Stahlbetonfertigteile für gekrümmte Bauwerke müssen dagegen wegen des Transportes vom Herstellungsort zur Einbaustelle häufig als segmentförmige gekrümmte Teile hergestellt werden, da die Regeln des Straßenverkehrs Grenzen für die zulässigen Maße setzen. Sie müssen deshalb in Segmentschalungen gefertigt werden. Im Gegensatz zu geschlossenen Ringschalungen, in denen nur Zug- oder Druckkräfte in der in Krümmungsrichtung verlaufenden Schalungskonstruktion durch den Betonierdruck hervorgerufen werden, treten bei Segmentschalungen infolge des Betonierdruckes erhebliche Biegebeanspruchungen der Schalung in Krümmungsrichtung auf.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Schalung für segmentförmige, in einer Querschnittsebene gekrümmte, in der dazu rechtwinkligen Querschnitts-

ebene gerade Stahlbetonfertigteile zu schaffen, die einerseits die Vorteile der aus dem Fertigteilbau bekannten starren Stahlschalungen beibehält, andererseits ermöglicht, für verschiedene Krümmungsbögen mit einer Schalung auskommen zu können. Diese Aufgabe wird bei einer Schalung mit den Merkmalen des Oberbegriffs von Anspruch 1 gelöst durch die kennzeichnenden Merkmale von Anspruch 1. Die erforderliche Biegefestigkeit in Krümmungsrichtung wird hierbei dadurch erreicht, daß mindestens ein wenigstens in Krümmungsrichtung biegesteifes Grundgerüst vorhanden ist, an dem Einstellmittel für die Veränderung der Krümmung der Schalhaut angreifen, und daß Grundgerüst, Schalhaut und Einstellmittel zusammen bei eingestelltem Krümmungsbogen ein formstabiles Segmentschalungselement bilden. Dabei kann insbesondere die Schalhaut auch einstückig ausgebildet sein.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn der Krümmungsbogen entsprechend Anspruch 2 stufenlos verstellbar ist, um dieselbe Schalung für kontinuierlich wählbare Krümmungsmaße verwenden zu können.

Die Veränderung des Krümmungsbogen kann in Fällen, wo keine besonderen Anforderungen an die Genauigkeit des Krümmungsverlaufes gestellt werden, dadurch erfolgen, daß entsprechend Anspruch 3 nur Teilbereiche der Schalfläche in ihrer Krümmung verändert werden. In diesem Fall ist es zweckmäßig, jeweils Teile der Schalhaut mit einer mittleren Krümmung starr mit einem Grundgerüst zu verbinden und dazwischen Bereiche mit einer elastisch verformbaren Schalhaut anzuordnen, die in ihrer Krümmung veränderbar sind. Vorzugsweise sollen starre Bereiche mit verformbaren Bereichen in gleichmäßigen Abständen abwechseln.

Wird eine hohe Genauigkeit des Krümmungsbogens gefordert, ist es jedoch vorteilhaft, die Krümmung entsprechend Anspruch 4 über den gesamten Bereich der Schalfläche zu verändern.

In vielen Anwendungsfällen soll eine vorgegebene Grundform nur in unterschiedlichen Maßstäben eingestellt werden, so daß dieselbe Krümmungsfunktion mit unterschiedlichen Maßen vorliegt (mathematische Ähnlichkeit). In diesen Fällen ist es entsprechend Anspruch 5 besonders zweckmäßig, wenn der Krümmungsbogen über den gesamten Schalungsbereich ausgehend von einem Grundkrümmungsbogen wenigstens annähernd gleichmäßig veränderbar ist.

Andererseits kann es wünschenswert sein, daß mit der gleichen Schalung wie in Anspruch 6 beschrieben, beliebige Krümmungsbögen eingestellt werden können.

In vielen Anwendungsfällen sollen jedoch nur kreisbogensegmentförmige Stahlbetonfertigteile mit unterschiedlichen Radien hergestellt werden. Dann ist es besonders vorteilhaft, wenn gemäß Anspruch 7 der Krümmungsbogen der Schalhaut in jeder Einstellung zumindest annähernd kreisbogenförmig ist.

Da die Krümmung einer elastisch verformbaren Schalhaut aus Stahl dem Hooke'schen Gesetz folgend annähernd umgekehrt proportional zum Biegemoment in dem betreffenden Schalhautbereich ist, kann der Krümmungsbogen in einem Teilbereich der Schalhaut zweckmäßig entsprechend Anspruch 8 durch örtlich konzentrierte Einleitung von Momenten in die Schalhaut verändert werden; dadurch wird jeweils eine über den Bereich bis zur nächsten Einleitungsstelle gleiche Einstellung des Krümmungsradius erreicht.

Soll sich der Krümmungsradius über einen Teilbereich kontinuierlich ändern; empfiehlt sich gemäß Anspruch 9 die Einleitung von radialgerichteten Kräften in

die Schalhaut. Dies ist insbesondere auch eine einfache Möglichkeit, um in Teilbereichen auftretende geringe Abweichung vom Sollkrümmungsbogen noch zu korrigieren.

Gemäß Anspruch 10 können die die Änderung des Krümmungsbogens bewirkenden Momente und Kräfte in Krümmungsrichtung über die Schalhaut verteilt kontinuierlich bis vorzugsweise in lokal distanzierter Verteilung mit mehr als zwei, vorzugsweise drei, oder mehr Angriffspunkten verteilt an der Schalhaut angreifen; dies ist sinnvoll bei sich in Krümmungsrichtung ändernden Krümmungsradien.

Wenn dagegen eine Kreisbogenkrümmung erreicht werden soll, ist es am einfachsten, entsprechend Anspruch 11 Momente nur an den beiden Rändern des Krümmungsbogens in die Schalhaut einzuleiten, da das erforderliche Biegemoment in der Schalhaut bei Kreisbogenkrümmungen über den ganzen Krümmungsbogen konstant ist.

Bei bestimmten symmetrischen Krümmungsbögen ist es zweckmäßig, entsprechend Anspruch 12 an den Rändern des Krümmungsbogen Momente und zusätzlich radial gerichtete Stütz- und/oder Zugkräfte in die Schalhaut einzuleiten oder sogar nur radial gerichtete Kräfte zur Momentenerzeugung auf die Schalhaut wirken zu lassen.

Anspruch 13 beschreibt eine praktische Ausführungsmöglichkeit, durch Kräfte, die an biegesteif mit der Schalhaut verbundenen Hebelarmen angreifen, die für die Änderung des Krümmungsbogens in der Schalhaut nötigen Biegemomente zu erzeugen.

Anspruch 14 zeigt eine besonders vorteilhafte Weiterbildung dieses Merkmales für Kreisbogenkrümmungen auf. Wird nämlich die Richtung der an den Hebelarmen angreifenden Kräfte so gewählt, daß an jedem Punkt der Schalfläche nur geringfügige radial gerichtete Kraftkomponenten auf die Schalhaut einwirken, ist das Biegemoment in der Schalhaut und damit auch deren Krümmungsradius über den ganzen Bereich weitgehend konstant. Es ist bei dieser Ausführungsform besonders zweckmäßig, die am Hebelarm angreifende Kraft so wirken zu lassen, daß in einem Teilbereich der Schalhaut radial nach innen und in einen anderen Teilbereich radial nach außen gerichtete Kraftkomponenten auftreten, deren Wirkungen sich über den Gesamtbereich annähernd aufheben. Dabei sind die aus diesen Kräften resultierenden Biegemomente so beschaffen, daß die daraus folgenden Änderungen des Krümmungsbogens der Schalhaut sich insgesamt kompensieren derart, daß die gewünschte Kreisbogenkrümmung mindestens im wesentlichen beibehalten bleibt.

Anspruch 15 gibt eine Möglichkeit an, die biegeelastische Schalhaut durch Unterstützung mit mindestens einem Stützträger von den beim Betonieren auftretenden Drücken zu entlasten.

Eine Weiterbildung dieses Merkmals durch Verwendung eines mittleren und mindestens 2 dazu symmetrisch angeordneten Stützträgern beschreibt Anspruch 16.

Nach Anspruch 17 soll mindestens ein, vorzugsweise jedoch 2 symmetrisch zur Mitte angeordnete(r) Stützträger Teil des Grundgerüsts sein, gegenüber dem die übrigen Stützträger verschieblich angeordnet sind. Hierdurch wird die Schalhaut unabhängig von ihrem Krümmungsverlauf an einer oder vorzugsweise an 2 Stellen unverschieblich unterstützt, während die übrigen Stützträger dem Krümmungsbogen nachgeführt werden können.

Anspruch 18 berücksichtigt, daß die Neigung und die den Stützträger berührenden Mantellinien der Schalhaut insbesondere bei Auflage auf 2 dem Grundgerüst angehörenden unverschieblichen Stützträgern bei Änderung des Krümmungsbogens sich ebenfalls verändern und deshalb eine gelenkige und seitenverschiebliche Auflage vorgesehen sein soll. Um andererseits die Schalhaut gegenüber dem Grundgerüst in Längs- und Querrichtung in ihrer Lage zu sichern, sollen mit dem Grundgerüst in Eingriff stehende Anschläge, die vorzugsweise in der Mitte des Krümmungsbogens an der Schalhaut angeordnet sein sollen, vorgesehen sein.

Die Ansprüche 19 und 20 beschreiben 2 alternative Ausführungsformen für die Ausbildung der Auflagerung der Schalhaut auf den dem Grundgerüst angehörenden Stützträgern.

Es ist vorteilhaft, entsprechend Anspruch 21 mindestens einen Teil der Stützträger biegesteif mit der Schalung zu verbinden und torsionssteif auszubilden, so daß sie die in die Schalhaut einzuleitenden Momente in Schalungslängsrichtung verteilen können.

Es können dann an diesen torsionssteifen Stützträgern entweder entsprechend Anspruch 22 direkt Momente angreifen oder nach Anspruch 23 jeweils mindestens ein Hebelarm biegesteif an dem jeweiligen Stützträger angeschlossen sein, an dem Kräfte angreifen können.

Vorzugsweise sollen nach Anspruch 24 an jedem torsionssteifen Stützträger mehrere, gleichmäßig über die Länge verteilte Hebelarme angeschlossen sein, um Torsionsverformungen der Stützträger entgegenzuwirken und dadurch mit geringerem Materialaufwand für die Stützträger auszukommen.

In den Ansprüchen 25 und 26 sind verschiedene technische Möglichkeiten zur Erzeugung von Momenten und Kräften angesprochen, die die Änderung des Krümmungsbogens bewirken sollen.

Anspruch 27 beschreibt eine Möglichkeit, durch Verstellen des Angriffspunktes von kräfteerzeugenden Verstellelementen an mit der Schalhaut biegesteif verbundenen Hebelarmen den Krümmungsbogen zu beeinflussen. Wenn nämlich die Angriffspunkte der Verstellelemente an den Hebelarmen verändert werden, ändern sich auch die Wirkungseinrichtungen der Kräfte sowie ihr jeweils wirksamer Hebelarm. Dadurch wird das Verhältnis der an einem bestimmten Punkt der Schalhaut wirkenden Momente und der radial gerichteten Kraftkomponenten verändert, wodurch der Krümmungsbogen der Schalhaut beeinflusst wird. Ist beispielsweise der Angriffspunkt so eingestellt, daß an keinem Punkt der Schalhaut wesentliche radial gerichtete Kraftkomponenten, sondern fast ausschließlich konstante Momente auftreten, ergibt sich eine mindestens annähernd kreisbogenförmige Krümmung. Bei einer Einstellung der Angriffspunkte, die am Schalungsrand annähernd nur radial gerichtete Kraftkomponenten und keine Momente bewirkt, ergibt sich dagegen ein hyperbelähnlicher Krümmungsbogen.

Um den Verstellvorgang möglichst einfach und schnell zu gestalten, können nach Anspruch 28 die einzelnen Verstellelemente so miteinander synchronisiert werden, daß immer ein vorgegebener Krümmungsbogen erreicht wird. Dies ist besonders vorteilhaft, wenn immer der gleiche Krümmungsbogen nur mit unterschiedlichen Krümmungsradien eingestellt werden soll; jedoch ist durch Einsatz von Programmsteuerungen auch die Möglichkeit gegeben, bestimmte Krümmungsbögen und Krümmungsradien vorzuwählen und über

Programm automatisch einzustellen. Dabei kann auch die Verstellung der Angriffspunkte an den Hebelarmen in den Programmablauf mit einbezogen werden. Derartige Programmsteuerungen setzen allerdings motorische Verstellantriebe für die einzelnen Funktionen voraus.

Eine besonders einfache Verstellmöglichkeit ergibt sich nach Anspruch 29, wenn mehrere in Richtung der Mantellinie der gekrümmten Schalung verteilt angeordnete Gewindespindeln vorgesehen sind, die über mechanische Getriebe miteinander verbunden sind. Als besonders vorteilhaft hat sich dabei der Einsatz von Kettentrieben erwiesen, mit denen die Bewegung der Gewindespindeln synchronisiert wird.

Zweckmäßigerweise werden nach Anspruch 30 die Gewindespindeln durch einen gemeinsamen Motor, im allgemeinen einen Elektromotor, angetrieben.

Eine besonders einfache Ausführungsmöglichkeit ergibt sich, wenn entsprechend Anspruch 31 die Kräfte erzeugenden Verstellelemente nur zwischen dem Grundgerüst und an den beiden Längsseiten der Schalung angeordneten Hebelarmen und zusätzlich zwischen dem Grundgerüst und einem in der Mitte des Krümmungsbogens angeordneten Stützträger vorgesehen sind. Trotz des einfachen Aufbaues und der geringen Zahl von Verstellelementen lassen sich damit viele, insbesondere symmetrische, Krümmungsbögen mit großer Genauigkeit einstellen.

Der Antrieb dieser letztgenannten Verstellelemente wird besonders einfach, wenn entsprechend dem kennzeichnenden Teil von Anspruch 32 für jede Reihe von Gewindespindeln auf jeder Längsseite bzw. in der Mitte der Schalung jeweils ein gesonderter Motor vorgesehen ist; aufwendige mechanische Getriebe erübrigen sich dadurch. Über Kettentriebe können dann die Gewindespindeln einer Reihe auf einfachste Weise synchronisiert werden. Die Synchronisation der beiden außenliegenden Antriebe ist bei Verwendung von Elektromotoren, insbesondere bei symmetrischen Krümmungsbögen, elektrisch außerordentlich einfach, so daß hierfür aufwendige Programmsteuerungen entfallen können. Die Einstellung der mittleren Spindelreihe kann entweder über manuelle Betätigung des Motors oder in einfacher Weise programmgesteuert erfolgen.

Da sich die Lage der Kettenräder auf den außenliegenden Gewindespindeln bei der Verwendung des oben beschriebenen Antriebs ändert, müssen die Antriebsmotoren nachgeführt werden, damit deren Kettenräder mit denen auf den Gewindespindeln fluchten. Anspruch 33 beschreibt eine einfache konstruktive Lösung hierfür.

Anspruch 34 schließlich betrifft eine bevorzugte Anwendung der erfindungsgemäßen Schalung und verdeutlicht dabei u. a. die Möglichkeit, auch mittels der erfindungsgemäßen Schalung Teile für geschlossene Großbehälter, vorzugsweise mit runder Kontur, erzeugen zu können, die im zusammengebauten Zustand untereinander in Spannbetonbauweise vereint werden.

Im folgenden wird die Erfindung anhand von Schemazeichnungen und Ausführungsbeispielen näher beschrieben. Es zeigt

Fig. 1 eine Schemazeichnung der Stirnansicht einer erfindungsgemäßen Schalung, bei der in die Schalung örtlich konzentriert Momente eingeleitet werden; dünn dargestellt darüber der dabei in der Schalung auftretende Momentenverlauf,

Fig. 2 eine entsprechende Schemazeichnung, wobei jedoch in die Schalung radial gerichtete Kräfte eingeleitet werden, ebenfalls mit dem dabei auftretenden Mo-

mentenverlauf in der Schalung,

Fig. 3 eine Draufsicht auf eine erfindungsgemäße Schalung mit drei starren, mit Grundgerüsten verbundenen Abschnitten der Schalung und zwei dazwischenliegenden verformbaren Abschnitten; in diesem Fall dargestellt für eine aufrechtstehende Fertigung der Stahlbetonfertigteile mit Innen- und Außenschalung,

Fig. 4 die Stirnansicht einer Schalung mit mehreren über die Breite des Krümmungsbogens verteilten, biegesteif mit der Schalung verbundenen Hebelarmanordnungen, zwei mit dem Grundgerüst starr verbundenen Stützträgern sowie einem zusätzlichen mittleren mit einer Verstellspindel verschieblichen Stützträger,

Fig. 5 die Stirnansicht einer Schalung, mit nur an den Rändern der Schalung vorgesehenen Hebelarmanordnungen und zwischen den oben beschriebenen Stützträgern angeordneten zusätzlichen verschieblichen Stützträgern,

Fig. 6 und 7 zwei verschiedene Möglichkeiten für die Auflagerung der Schalung auf den fest mit dem Grundgerüst verbundenen Stützträgern, jeweils in einem Ausschnitt der Stirnansicht dargestellt,

Fig. 8 eine Stirnansicht einer besonders für die Einstellung von Kreisbogenkrümmungen geeigneten einfach aufgebauten Schalung für die liegende Fertigung von Stahlbetonfertigteilen mit aufgebauten Seitenschalungen und einem aufliegendem Stahlbetonfertigteile,

Fig. 9 die gleiche Schalung, ohne Seitenschalungen und Fertigteil in konkaver Krümmung,

Fig. 10 die Stirnansicht einer ähnlich aufgebauten Schalung, bei der die Angriffspunkte der Verstellelemente an den Hebelarmen verschiebbar sind,

Fig. 11 die Seitenansicht einer erfindungsgemäßen Schalung,

Fig. 12 einen Ausschnitt aus der Stirnansicht einer erfindungsgemäßen Schalung mit der Darstellung des Elektromotors für die seitlichen Gewindespindeln,

Fig. 13 die Wand eines ringförmigen Großbehälters, der aus mit der erfindungsgemäßen Schalung hergestellten Stahlbetonfertigteilen zusammengesetzt ist.

Die Fig. 1, 2, 4, 5 sowie 8 bis 10 zeigen jeweils Stirnansichten von erfindungsgemäßen Schalungen mit einem Grundgerüst (2), bestehend aus mehreren in Längsrichtung mit gleichmäßigem Abstand angeordneten Querriegeln (4) und zwei mit diesen fest verbundenen sich über die ganze Länge der Schalung erstreckenden Stützträgern (6). Auf den Auflageleisten (8) der Stützträger liegt eine über den ganzen Bereich des Krümmungsbogens (10) verformbare Schalung (12) auf. Diese ist zusätzlich mit einem in der Mitte des Krümmungsbogens (10) in Längsrichtung der Schalung verlaufenden Stützträger (14) fest verbunden. Letzterer weist an seinen Längsseiten Anschlagbereiche (16) auf, die mit Führungen (18) des Grundgerüsts (2) in Eingriff stehen. Für den Fall der liegenden Fertigung der Stahlbetonfertigteile sind an der Unterseite (20) des Querriegels (4) Gummimetalleisten (22) zur schwingungsgedämpften Auflagerung auf dem Boden vorgesehen.

In den Fig. 4, 5, 8 bis 10 sowie 12 sind ferner biegesteif mit der Schalung (12) verbundene torsionssteife, auf die ganze Länge der Schalung (12) durchlaufende Stützträger (24) dargestellt, an denen wiederum Hebelarme (26) biegesteif angeschlossen sind. An diesen Hebelarmen greifen an Gelenkpunkten (28) Verstellmittel (30) an, die mit dem Grundgerüst über Gelenke (32) verbunden sind. Zwischen dem mittleren Stützträger (14) und dem Querriegel (4) des Grundgerüsts (2) sind jeweils vertikal wirkende Einstellelemente (34) angeordnet, mit de-

ren Hilfe der Scheitelpunkt (36) des Krümmungsbogens (10) in der Höhe gegenüber dem Querriegel (4) des Grundgerüsts (2) verstellt werden kann. In den Fig. 4 und 8 bis 10 bestehen diese Einstellelemente (34) jeweils aus einer Gewindespindel (38), die in einem Lagerbock (40) gelagert ist und auf der ein Doppelkettenrad (42) angeordnet ist. Jeweils eine Kettenscheibe (44) dieses Doppelkettenrades (42) dient dem Antrieb der Gewindespindel (38), während mit der zweiten Kettenscheibe (44) die zur nächsten Gewindespindel (38) führende Kette angetrieben wird.

An dem mittleren Stützträger (14) ist eine Gewindehülse (46) angeschlossen; diese kann, wie dargestellt, fest oder in nicht dargestellter Weise gelenkig an dem mittleren Stützträger (14) befestigt sein.

Der Lagerbock (40) weist eine Grundplatte (48) auf, die zur Vermeidung von Schwingungsübertragungen aus der Schalhaut (12) auf das Grundgerüst (2) mit dessen Querriegel (4) unter Zwischenschaltung von Schwingungsdämpfern (50) verbunden sein kann. Die Verbindung kann jedoch auch starr aufgeführt sein.

Im folgenden werden die einzelnen Figuren noch genauer beschrieben.

Fig. 1 zeigt in schematischer Darstellung die örtlich konzentrierte Einleitung von Drehmomenten (52) in die Schalhaut (12).

Über der Schalung ist dünn der Biegemomentenverlauf in der Schalhaut (12) dargestellt. Der Krümmungsradius der Schalhaut (12) ist jeweils etwa umgekehrt proportional zur Größe des Biegemomentes, welche durch die Höhe der Momentenlinie (54) über der Grundlinie (56) dargestellt ist. Jeweils im Bereich eines konstanten Biegemomentes ist der Krümmungsradius konstant. Die örtlich konzentrierte Einleitung der Drehmomente (52) ist an den Stufen (58) der Momentenlinie (54) erkennbar. Im dargestellten Fall ist die Momentenlinie (54) und damit auch die Krümmung der Schalhaut symmetrisch zur Mitte der Schalung; dies entspricht in vielen Fällen der praktischen Anwendung, ist jedoch nicht zwingend.

Fig. 2 zeigt ebenfalls in schematischer Darstellung die Einleitung von radial gerichteten Kräften (60) in die Schalhaut (12). Darüber ist wiederum dünn der Biegemomentenverlauf in der Schalhaut (12) dargestellt. Wie bei Fig. 1 gibt dabei die Höhe der Momentenlinie (54) über der Grundlinie (56) die Größe des jeweiligen Biegemomentes in der Schalhaut (12) an. Im Gegensatz zu Fig. 1 ändert sich der Biegemomentenverlauf bei der Einstellung von radial gerichteten Kräften (60) in die Schalhaut kontinuierlich über dem Krümmungsbogen (10), so daß wegen der oben angeführten Beziehung zwischen Krümmungsradius und Biegemoment sich auch der Krümmungsradius kontinuierlich über die Breite des Krümmungsbogens (10) ändert.

Fig. 3 stellt eine erfindungsgemäße Schalung mit nur in Teilbereichen verformbarer Schalhaut (12) dar. Dargestellt ist eine Schalung für die stehende Fertigung eines Stahlbetonfertigteils (62) zwischen einer Außenschalung (64), einer Innenschalung (66) und zwei Seitenschalungen (68). Die Schalhaut (12) weist dabei jeweils abwechselnd starre, fest mit Grundgerüsten (2) verbundene Bereiche (70) und verformbare Bereiche (72) auf. Die Grundgerüste (2) sind durch Verstellelemente (30), die jeweils an Gelenken (32) an benachbarten Grundgerüsten (2) angreifen, gegeneinander einstellbar, wodurch die verformbaren Bereiche (72) der Schalhaut (12) verformt werden und der Gesamtverlauf der Schalfläche dem hier dargestellten Sollkrümmungsbogen (74)

angenähert wird. Als Verstellelemente (30) sind Linearverstellelemente, wie Gewindespindeln, Hydraulikzylinder oder ähnliches, einsetzbar. Zweckmäßigerweise sind die starren Bereiche (70) der Schalhaut (12) mit einem mittleren Krümmungsradius vorgeformt.

Außenschalung (64) und Innenschalung (66) weisen an ihren Längsseiten jeweils Laschen (76) auf, in die Verspannelemente (68) eingreifen und Innen- und Außenschalung an den Längsseiten miteinander verspannen können.

In Fig. 4 ist die Anordnung mehrerer Hebelarmreihen (80) verteilt über den Krümmungsbogen (10) dargestellt, die biegesteif mit der Schalhaut (12) verbunden sind. Diese Anordnung ist dann sinnvoll, wenn der Krümmungsradius über die Breite des Krümmungsbogens (10) sich in Sprüngen ändern soll. Auch hier können als Verstellelemente (30) verschiedene Linearantriebe, wie Gewindespindeln, Hydraulikzylinder oder ähnliches verwendet werden. Durch Höhenverstellung des Scheitelpunktes (36) des Krümmungsbogens (10) mit der mittleren Gewindespindel (38) kann zusätzliche den sprunghaften Veränderungen des Krümmungsradius noch eine kontinuierliche Änderung des Radius über die Breite des Krümmungsbogens (10) zwischen den Längsträgern (6) überlagert werden.

Fig. 5 zeigt eine Schalung, bei der nur an den beiden Längsrändern der Schalhaut (12) Hebelarmreihen (80) biegesteif angeschlossen sind. Die Wirkungslinie (82) der Verstellelemente (30), in diesem Fall Hydraulikzylinder (84), ist dabei so gerichtet, daß die durch die Außenkante (86) der Schalhaut (12) verlaufende Parallele (88) zur Wirkungslinie (82) nur geringfügig vom Krümmungsbogen (10) abweicht und diesen vorzugsweise zwischen den Auflagepunkten (90) auf den Auflageleisten (8) der Längsträger (6) sowie dem Scheitelpunkt (36) in Schnittpunkten (92) schneidet.

Das mittlere Einstellelement (34) ist in diesem Fall ebenfalls als Hydraulikzylinder (94) ausgebildet, der über Gelenke (96) bzw. (98) mit dem Querriegel (4) des Grundgerüsts (2) bzw. dem mittleren Stützträger (14) verbunden ist.

Zur Aufnahme höherer radialer Betonierdrücke sind hier zusätzliche Stützträger (100) vorgesehen, die über an Laschen (102) des Grundgerüsts (2) angelenkten Nachführzylindern (104) an die Schalhaut (12) angestellt werden können. Diese zusätzlichen Stützträger (100) sind über Gelenke (106) mit den Nachführzylindern (104) verbunden, damit sie sich unterschiedlichen Krümmungen der Schalhaut (12) anpassen können.

Fig. 6 zeigt einen Ausschnitt aus der Stirnansicht der Schalung mit einem Stück der Schalhaut (12), das auf einer Auflageleiste (8) auf dem Längsträger (86) des Grundgerüsts aufliegt. Im dargestellten Fall ist als Auflageleiste eine profilierte Metalleiste (108) mit balliger Oberfläche (109) vorgesehen.

Fig. 7 zeigt den gleichen Ausschnitt, jedoch mit einer als gummielastisch-nachgiebiges Element (110) ausgebildeten Auflageleiste (8), die auf dem Längsträger (6) des Grundgerüsts (2) aufgeschraubt ist. Die Oberfläche (112) des Elementes (110) kann sich dabei der Krümmung und Neigung der Schalhaut (12) durch elastische Verformung anpassen.

Fig. 8 zeigt eine besonders bevorzugte Ausführungsform der Schalung mit an den Außenkanten (86) der Schalhaut (12) biegesteif angeschlossenen Hebelarmreihen (80). Als Verstellelemente (30) für die Hebelarmreihen (80) sind hier Bausätze aus Gewindespindeln (114), Gewindehülsen (116) und Lagerböcken (118) vorgese-

hen. Gewindehülse (116) und Lagerbock (118) sind über Laschen (120 bzw. 122) gelenkig am Querriegel (4) des Grundgerüsts (2) bzw. dem Hebelarm (26) in den Gelenkpunkten (32 bzw. 28) angeschlossen. Der Antrieb erfolgt über Doppelkettenräder (124); jeweils eine Kettenreihe (126) dient dabei wiederum dem Antrieb der Gewindespindel (114), während die zweite zum Weitertrieb auf die nächste Gewindespindel (114) verwendet wird.

Die Wirkungslinien (82) der Verstellelemente (30) sind dabei so gerichtet, daß der Schnittpunkt (92) der Parallelen (88) zur Wirkungslinie (82) durch die Außenkante (86) der Schalhaut (12) mit dem Krümmungsbogen (10) bei jeder beliebigen Einstellung im mittleren Bereich zwischen dem Auflagepunkt (90) der Schalhaut (12) auf der Auflageleiste (8) und dem Scheitelpunkt (36) des Krümmungsbogens (10) liegt, und daß sich ferner die durch die Abweichung der Parallelen (88) vom Krümmungsbogen (10) in der Schalhaut (12) entstehenden zusätzlichen Biegemomente weitgehend kompensieren.

Zusätzlich können über das mittlere Einstellelement (34) geringfügige Abweichungen vom exakten Kreisbogenverlauf noch korrigiert werden. In dieser Figur ist die liegende Fertigungsweise des Stahlbetonfertigteils (62) dargestellt; hierzu werden auf die gekrümmte Schalhaut (12) Randschalungen (128) aufgesetzt, der Raum dazwischen mit Beton gefüllt und mit einer nicht dargestellten Schablone die Oberfläche abgezogen.

In besonders bevorzugter Ausführung werden die Auflageleisten (8) als gummielastisch-nachgiebige Elemente (110) ausgeführt und der Lagerbock (40) über Schwingungsdämpfer (50) am Querriegel (4) des Grundgerüsts (2) angeschlossen, um die Übertragung von Schwingungen aus der Schalhaut (12) auf das Grundgerüst (2) zu minimieren.

Fig. 9 zeigt die gleiche Schalung wie Fig. 8, jedoch mit konkav eingestellten Krümmungsbogen (10). Wie aus der Figur ersichtlich, liegen auch in diesem Fall die Schnittpunkte (92) der Parallelen (88) zur Wirkungslinie (82) der Verstellelemente (30) im mittleren Bereich zwischen den Auflagerpunkten (90) auf den Auflageleisten (8) und dem Scheitelpunkt (36) des Krümmungsbogens (10).

In Fig. 10 ist der Gelenkpunkt (28) am Hebelarm (26) Teil eines an einem auf einer Führungsschiene (130) verstellbaren Gelenkauges (132). Im dargestellten Fall verläuft die Wirkungslinie (82) des Verstellelementes (30) durch die Außenkante (86) der Schalhaut (12). An der Außenkante (86) der Schalhaut (12) werden deshalb in diesem dargestellten Fall keine Momente, sondern nur radial und in Richtung der Schalhaut (12) verlaufende Kräfte in die Schalhaut (12) eingeleitet. Das Biegemoment in der Schalhaut (12) nimmt dadurch von der Außenkante (86) zur Mitte hin kontinuierlich zu und es ergibt sich eine hyperbelähnliche Krümmung. Selbstverständlich sind auch Zwischenstellungen des Gelenkauges (132) auf der Führungsschiene (130) vorgesehen, so daß auch Zwischenformen des Krümmungsbogens (10) einstellbar sind. Die Verstellung des Gelenkauges (132) an der Führungsschiene (130) kann in nicht dargestellter Weise mit bekannten Linearantrieben (Gewindespindeln oder ähnliches) erfolgen.

Möglich ist auch die Anordnung von mehreren festen Gelenkaugen (132) am Hebelarm (26), so daß durch Umsetzen der Verstellelemente (30) andere Formen des Krümmungsbogens (10) eingestellt werden können.

In Fig. 11 ist beispielhaft an einer erfindungsgemäßen

Schalung mit zwei in Längsrichtung verteilten Hebelarmen (26) der gemeinsame Antrieb der außenliegenden Gewindespindeln (114) mit einem einzigen Elektromotor (134) über Antriebsketten (136) dargestellt. Die Darstellung ist nur schematisch zu verstehen; aus Gründen der Übersichtlichkeit ist die Aufhängung des Elektromotors (134) an der Schalung weggelassen. Dargestellt ist in diesem Fall, daß die Längsträger (6) und die torsionssteifen Stützträger (24) die ganze Länge der Schalhaut (12) durchlaufen. Es wäre aber auch ein geringfügiger Überstand der Schalhaut (12) über die Längsträger (6) und die torsionssteifen Stützträger (24) hinaus möglich, soweit dadurch noch nicht die Krümmung der Schalhaut (12) beeinträchtigt wird.

Aus dem in Fig. 12 dargestellten Ausschnitt der Stirnansicht der Schalung entsprechend der Fig. 8 ist die Anordnung des Elektromotors (134) für den Antrieb der in dieser Figur nicht dargestellten außenliegenden Gewindespindel (114) ersichtlich. Da je nach Einstellung des Krümmungsbogens (10) die hier ebenfalls nicht dargestellten Doppelkettenräder (124) auf den Gewindespindeln (114) ihre Lage ändern, muß der Elektromotor (134) so nachgeführt werden, daß das auf seiner Abtriebswelle angebrachte Antriebskettenrad (138) immer mit den Doppelkettenrädern (124) der Gewindespindeln (114) fluchtet. Dies wird dadurch erreicht, daß der Elektromotor (134) auf einem teleskopartig zusammenschiebbaren Konsolträger (140) angeordnet ist, der ein äußeres Teleskopglied (142) mit der Motorbefestigungsplatte (144) und ein inneres Teleskopglied (146) aufweist. Der Konsolträger (140) ist einerseits mit dem Gelenkpunkt (148) mit dem Hebelarm (26) unter Zwischenschaltung einer Befestigungskonsole (150) und andererseits über den Anlenkpunkt (152) mit dem Querriegel (4) des Grundgerüsts (2) verbunden. Die Gelenkpunkte (148 bzw. 152) sind achsgleich mit den Gelenkpunkten (28 bzw. 32) der Gewindespindel (114) angeordnet. Auf diese Weise führt das Antriebskettenrad (138) des Elektromotors (134) beim Verstellen des Krümmungsbogens (10) die gleiche Bewegung wie das Doppelkettenrad (124) der Gewindespindel (114) aus.

Je eine Ketscheibe (154) dient zum Antreiben der links bzw. rechts vom Elektromotor (134) liegenden Gewindespindel (114). Um etwa gleiche Antriebsleistungen mit den hier nicht dargestellten Antriebsketten (136) zu übertragen, ist es zweckmäßig, den Elektromotor (134) in Schalungslängsrichtung gesehen im mittleren Bereich der Schalung anzuordnen.

Fig. 13 schließlich zeigt einen Spannbeton-Großbehälter (156), der aus Stahlbetonfertigteilen (62), die vorzugsweise mit der erfindungsgemäßen Schalung hergestellt werden können, zusammengesetzt ist. Die Teile weisen an ihren Stoßstellen Fugen (158) auf, die mit einer erhärtenden Masse, z. B. Zementmörtel, vergossen werden können. Mit den innerhalb der Stahlbetonfertigteile (62) in Hüllrohre (160) nachträglich eingezogenen Spanngliedern (162), die an einem Verschlussstück (164) in Verankerungen (166) enden und dort verspannt werden können, werden die Stahlbetonfertigteile (62) zusammengespant, so daß sie hohe Zugkräfte aus Innendruckbelastungen aufnehmen können.

Patentansprüche

1. Schalung für großformatige, in einem Querschnitt gekrümmte, im rechtwinkelig dazu verlaufenden Querschnitt gerade segmentförmige Stahlbetonfertigteile, dadurch gekennzeichnet, daß

mindestens Teilbereiche (72) der Schalhaut (12) elastisch verformbar sind und die Schalhaut (12) in ihrer Krümmung veränderbar ist, daß mindestens ein wenigstens in Krümmungsrichtung biegesteifes Grundgerüst (2) vorhanden ist, an dem Einstellmittel (30, 34) für die Veränderung des Krümmungsbogens (10) der Schalhaut (12) angreifen, und daß Grundgerüst (2), Schalhaut (12) und Einstellmittel (30, 34) zusammen bei eingestelltem Krümmungsbogen (10) ein formstabiles Segmentschalungselement bilden.

2. Schalung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Krümmungsbogen (10) stufenlos veränderbar ist.

3. Schalung nach Ansprüchen 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Schalung durch Veränderung der Krümmung von Teilbereichen (72) der Schalhaut (12) veränderbar ist.

4. Schalung nach Ansprüchen 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Krümmungsbogen (10) über den gesamten Bereich der Schalhaut (12) veränderbar ist.

5. Schalung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Krümmungsbogen (10) über den gesamten Bereich der Schalhaut (12) zumindest annähernd gleichmäßig veränderbar ist.

6. Schalung nach Ansprüchen 1—4, dadurch gekennzeichnet, daß beliebige Krümmungsformen des Krümmungsbogens (10) einstellbar sind.

7. Schalung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Krümmungsbogen (10) in jeder Einstellung zumindest annähernd kreisbogenförmig ist.

8. Schalung nach einem der Ansprüche 1—7, dadurch gekennzeichnet, daß der Krümmungsbogen (10) im wesentlichen durch örtlich konzentrierte Einleitung von Momenten (52) in die Schalhaut (12) veränderbar ist.

9. Schalung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Krümmungsbogen (10) durch mindestens in Teilbereichen der Schalhaut (12) radial wirkende Kräfte (60) veränderbar ist, ggf. zum genauen Angleichen des Krümmungsverlaufes an einen Soll-Krümmungsbogen (74).

10. Schalung nach einem der Ansprüche 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Änderung des Krümmungsbogens (10) bewirkenden Momente (52) und/oder Kräfte (60) in Krümmungsrichtung verteilt an der Schalhaut (12) angreifen.

11. Schalung nach einem der Ansprüche 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß nur an den beiden Rändern (86) des Krümmungsbogens (10) Momente (52) und/oder Kräfte (60) in die Schalhaut (12) eingeleitet werden.

12. Schalung nach Ansprüchen 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß an den beiden Rändern (86) des Krümmungsbogens (10) Momente (52) und/oder Kräfte (60) und in der Mitte des Krümmungsbogens (10) radial zur Schalhaut (12) wirkende Kräfte (60) eingeleitet werden.

13. Schalung nach einem der Ansprüche 8—12, dadurch gekennzeichnet, daß an mit der Schalhaut (12) biegesteif verbundenen Hebelarmen (26) Kräfte angreifen.

14. Schalung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Wirkungslinie (82) der Kräfte so gerichtet ist, daß an jedem Punkt der Schalhaut (12) nur geringfügige Kraftkomponenten, (weniger als

10%, vorzugsweise weniger als 3%, der an den Hebelarmen (26) angreifenden Kräfte, radial wirken.

15. Schalung nach einem der Ansprüche 1—14, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein parallel zu den Mantellinien verlaufender Stützträger (6, 14, 24, 100), zur Unterstützung der elastisch verformbaren Schalhaut vorgesehen ist.

16. Schalung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß ein mittlerer (14) und mindestens zwei symmetrisch dazu angeordnete Stützträger (6, 24, 100) vorgesehen sind.

17. Schalung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein, vorzugsweise zwei symmetrisch zur Mitte angeordnete, Stützträger (6) Teil des Grundgerüsts (2) sind, und daß die übrigen Stützträger (14, 24, 100) gegenüber dem Grundgerüst (2) verschieblich angeordnet sind.

18. Schalung nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Schalhaut (12) mit den dem Grundgerüst (2) angehörenden Stützträgern (6) gelenkig und in Krümmungsrichtung verschieblich verbunden ist und durch mit dem Grundgerüst (2) in Eingriff stehenden, vorzugsweise in der Mitte des Krümmungsbogens angeordneten Anschlägen (16) gegen Längs- und Querverschiebungen gesichert ist.

19. Schalung nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß die gelenkigen und verschieblichen Auflagen an den Stützträgern (6) als ballige, starre Leisten (108), vorzugsweise aus Metall, ausgebildet sind.

20. Schalung nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß die Auflagen an den Stützträgern (6) als gummielastische Leisten (110) vorgesehen sind, deren Oberfläche (112) sich durch Verformung der Krümmung und Neigung der Schalhaut (12) anpassen kann.

21. Schalung nach einem der Ansprüche 15—20, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein Stützträger (24) torsionssteif ausgebildet und so mit der Schalhaut (12) verbunden ist, daß die Momente (52) zur Veränderung des Krümmungsbogens (10) in Schalhaut (12) in Längsrichtung verteilt und in die Schalhaut (12) eingeleitet werden können.

22. Schalung nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß an den torsionssteifen Stützträgern (24) unmittelbar Drehmomente (52) angreifen.

23. Schalung nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß an den torsionssteifen Stützträgern (24) jeweils mindestens ein Hebelarm (26) vorgesehen ist, an dem Kräfte zur Erzeugung eines Drehmomentes (52) angreifen.

24. Schalung nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, daß über die Länge der Schalung verteilt mehrere Hebelarme (26) an den torsionssteifen Stützträgern (24) angreifen.

25. Schalung nach einem der Ansprüche 8—24, dadurch gekennzeichnet, daß Drehmomente (52) erzeugende Verstellelemente, vorzugsweise hydraulisch oder mechanisch, angeordnet sind.

26. Schalung nach Anspruch 23 oder 24, dadurch gekennzeichnet, daß zur Erzeugung von Verstellkräften mechanische oder hydraulische Verstellelemente (30), vorzugsweise Gewindespindeln (114), angeordnet sind.

27. Schalung nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, daß der Angriffspunkt (28) der an Hebelarmen (26) angreifenden Verstellelemente (30) an

den jeweiligen Hebelarmen (26) verstellbar ist.

28. Schalung nach einem der Ansprüche 25–27, dadurch gekennzeichnet, daß die Verstellelemente (30, 34) so synchronisiert sind, so daß bei ihrer Verstellung immer ein vorgegebener Krümmungsbogen (10) (Kreisbogen, Parabel o. ä.) erreicht wird. 5

29. Schalung nach einem der Ansprüche 26–28, dadurch gekennzeichnet, daß in Längsrichtung der Schalung mehrere verteilt angeordnete Gewindespindeln (38, 114) vorgesehen sind, die mit mechanischen Getrieben, vorzugsweise mit Antriebsketten (136), miteinander verbunden sind. 10

30. Schalung nach Anspruch 29, dadurch gekennzeichnet, daß ein gemeinsamer motorischer Antrieb für die Gewindespindeln (38, 114) vorgesehen ist. 15

31. Schalung nach Ansprüchen 26–30, dadurch gekennzeichnet, daß die kräfteerzeugenden Verstellelemente (30, 34) zwischen dem Grundgerüst (2) und an den beiden Längsseiten (86) der Schalhaut (20) angeordneten Hebelarmen (26) sowie zwischen dem Grundgerüst (2) und einem in der Mitte des Krümmungsbogens (10) angeordneten Stützträger (14) vorgesehen sind.

32. Schalung nach Anspruch 31, dadurch gekennzeichnet, daß für den Antrieb der Gewindespindeln (114) auf jeder Schalungslängsseite und für die in der Mitte angeordneten Gewindespindeln (38) jeweils ein eigener motorischer Antrieb vorgesehen ist. 25

33. Schalung nach Anspruch 32, dadurch gekennzeichnet, daß die Antriebsmotoren (134) für die an den beiden Längsseiten (86) der Schalhaut (12) angeordneten Gewindespindeln (114) auf teleskopartig zusammenschiebbaren Konsolträgern (140) angeordnet sind, die einerseits an einem Hebelarm (26) und andererseits am Grundgerüst (2) angreifen, wobei die Anlenkpunkte (148, 152) achsengleich mit den Anlenkpunkten (28, 32) der Gewindespindeln (114) sind. 30

34. Anwendung einer Schalung nach einem der Ansprüche 1 bis 33 für die Herstellung von Segmentteilen (62) von ringförmig geschlossenen Spannbetongroßbehältern (156). 40

Hierzu 13 Seite(n) Zeichnungen

45

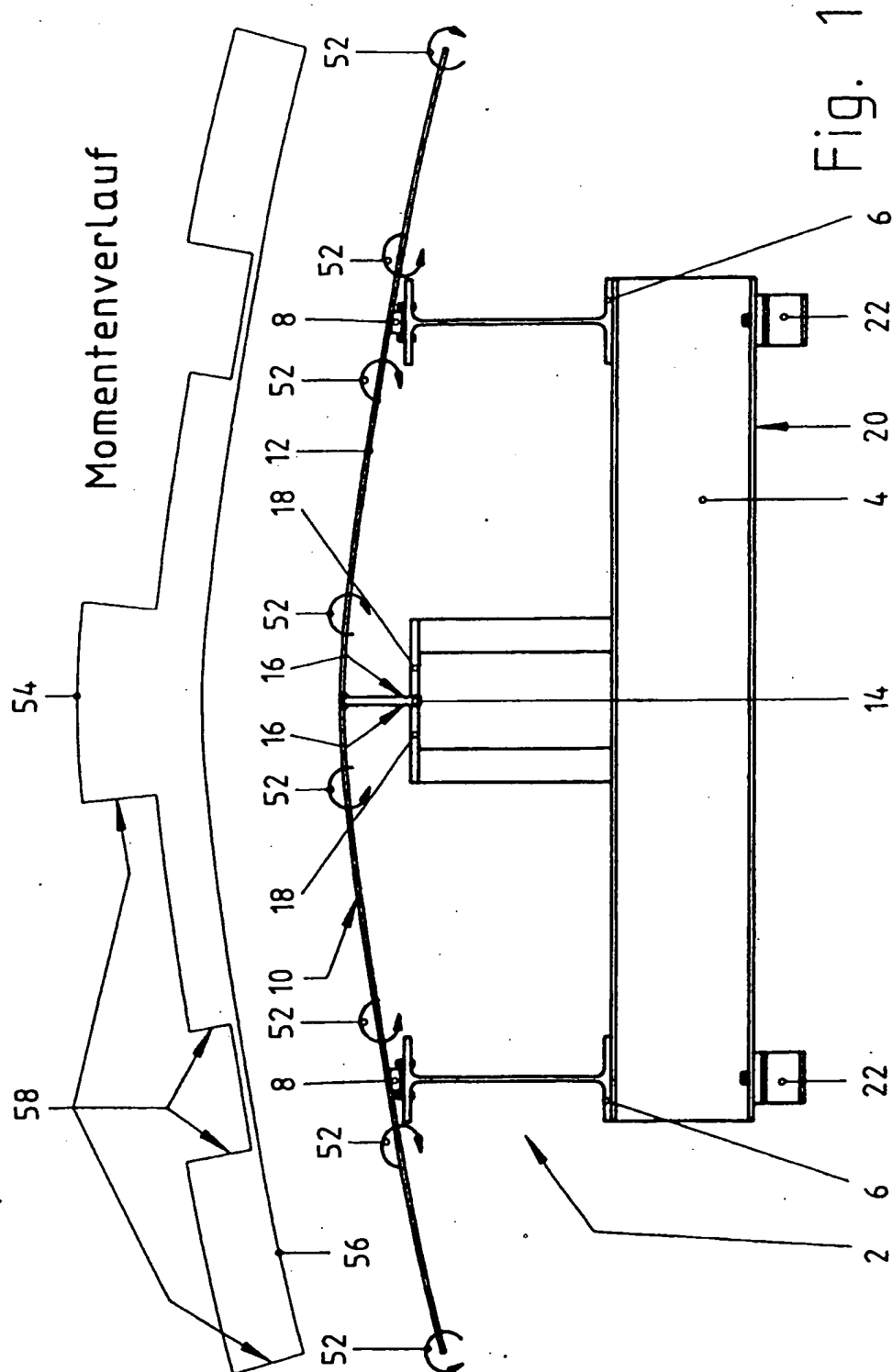
50

55

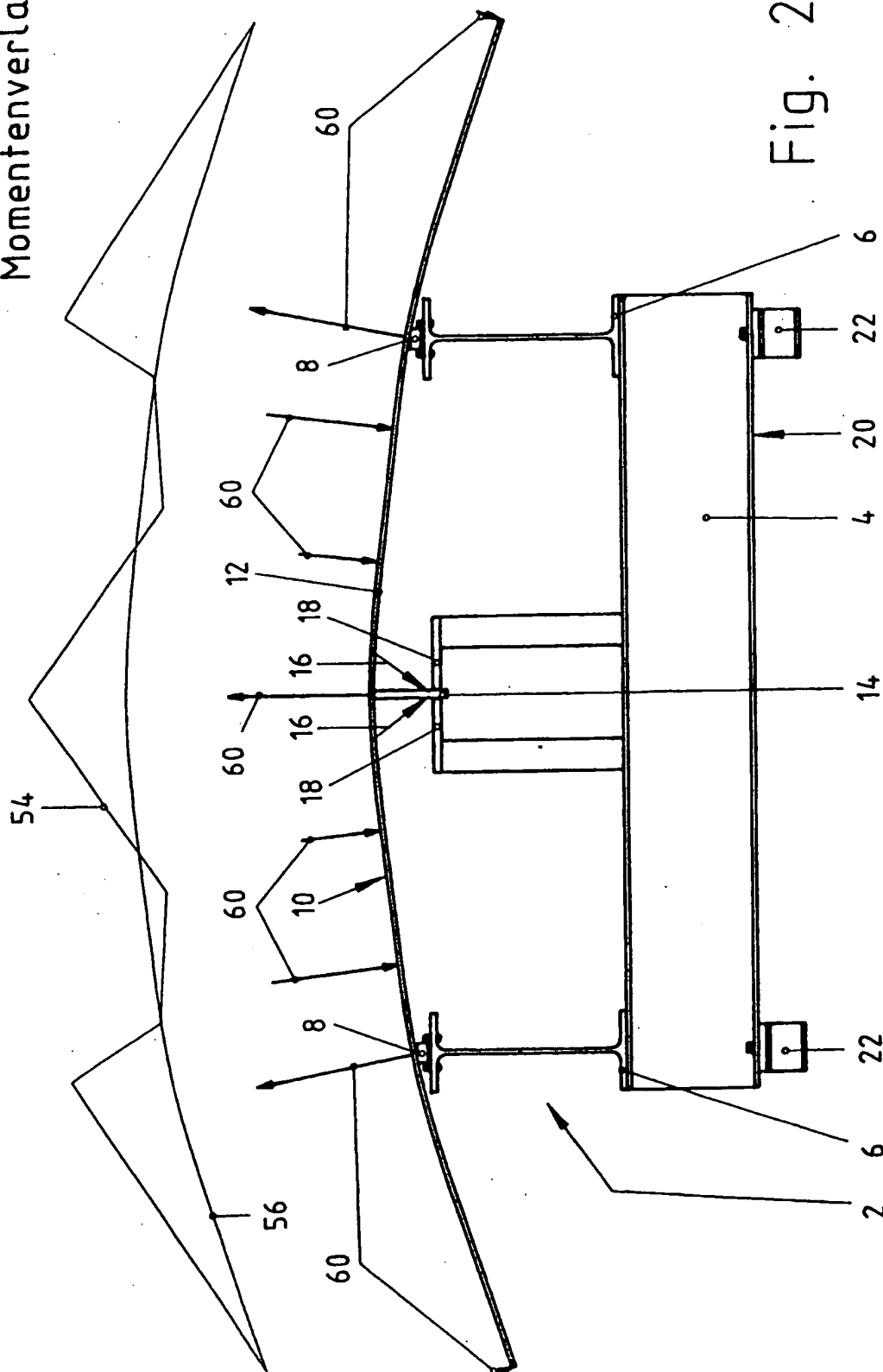
60

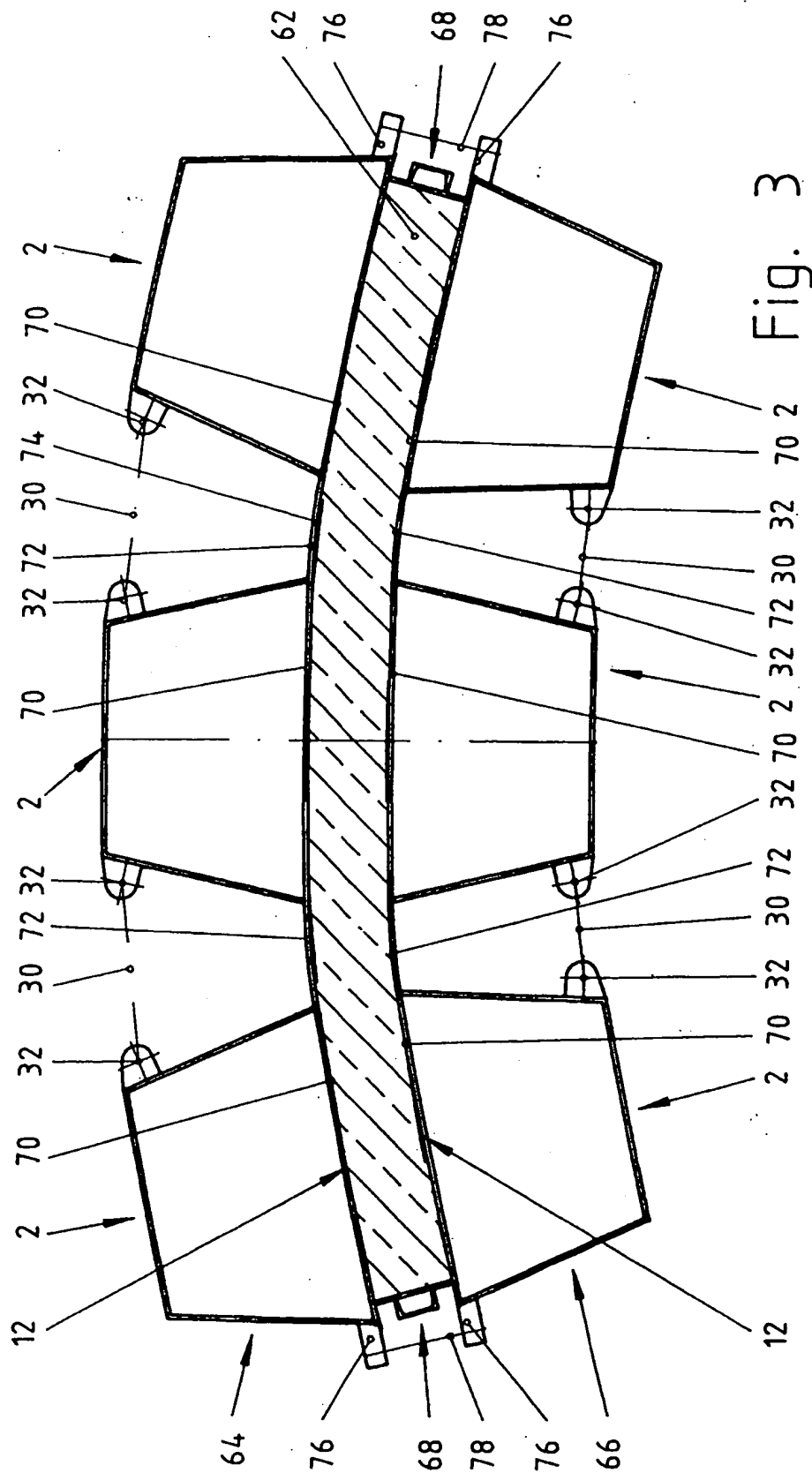
65

– Leerseite –



Momentenverlauf





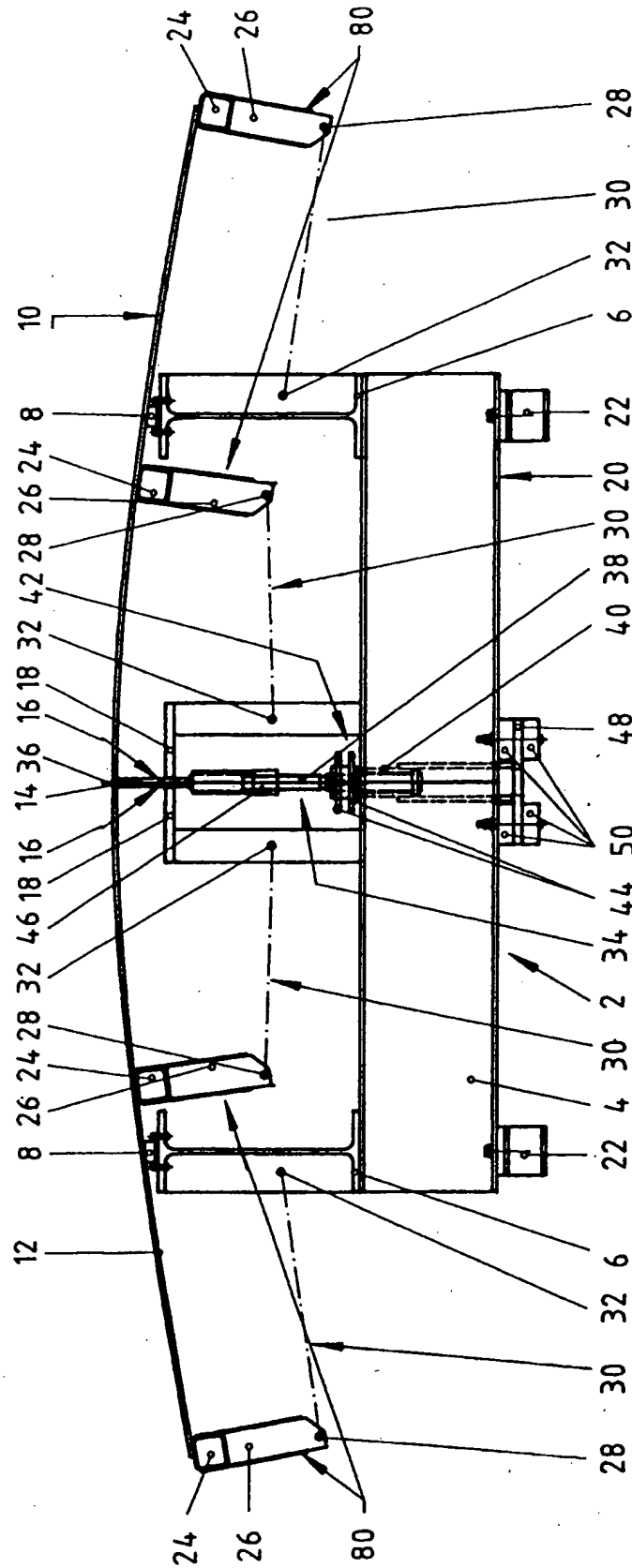


Fig. 4

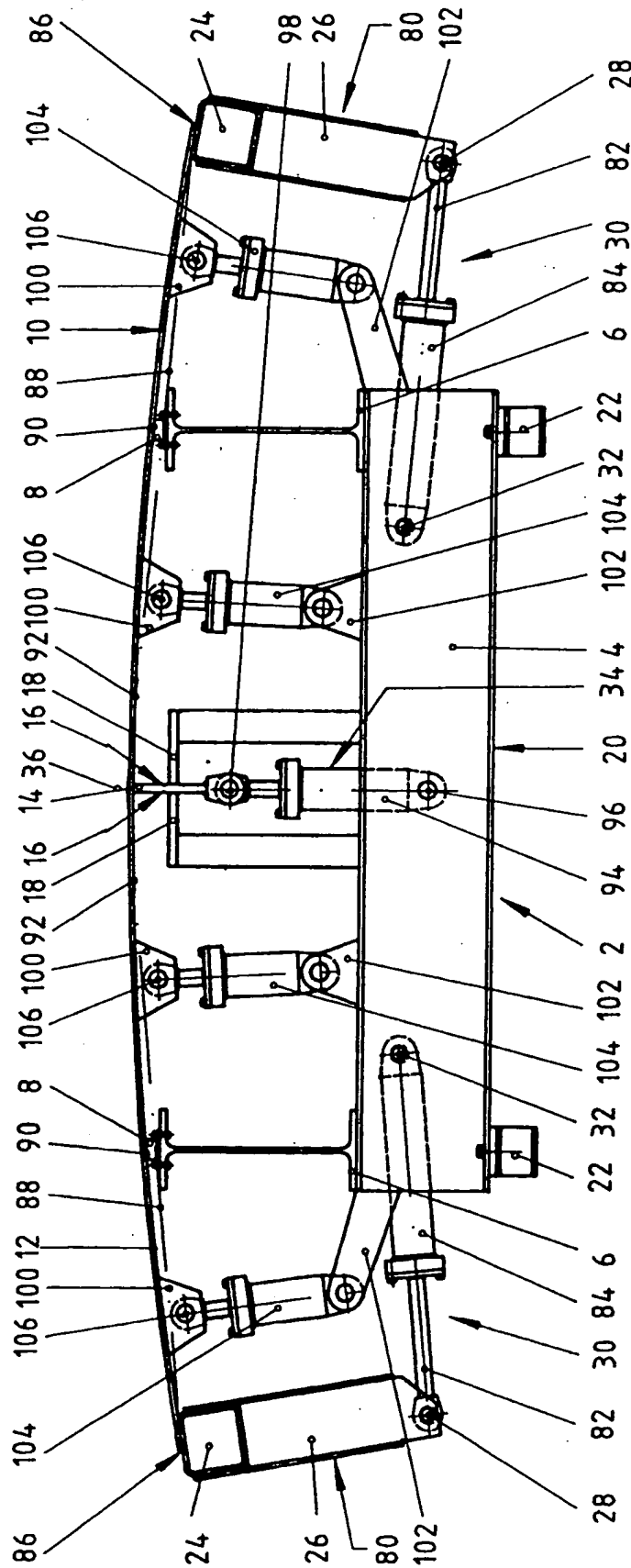


Fig. 5

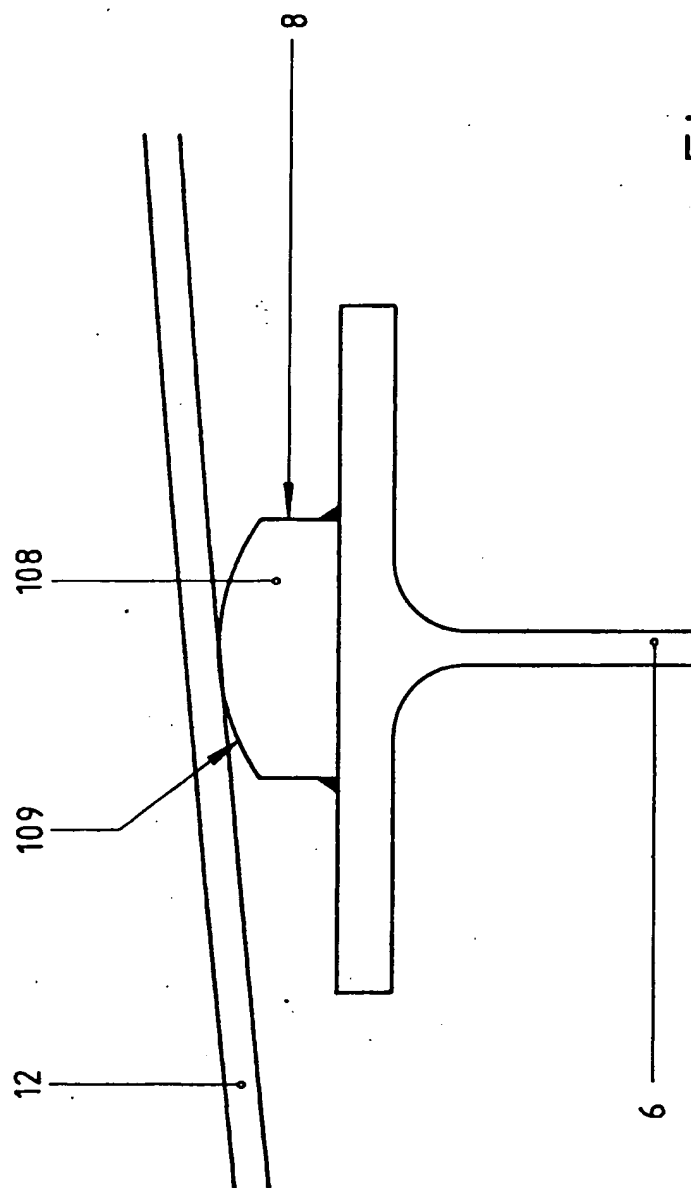


Fig. 6

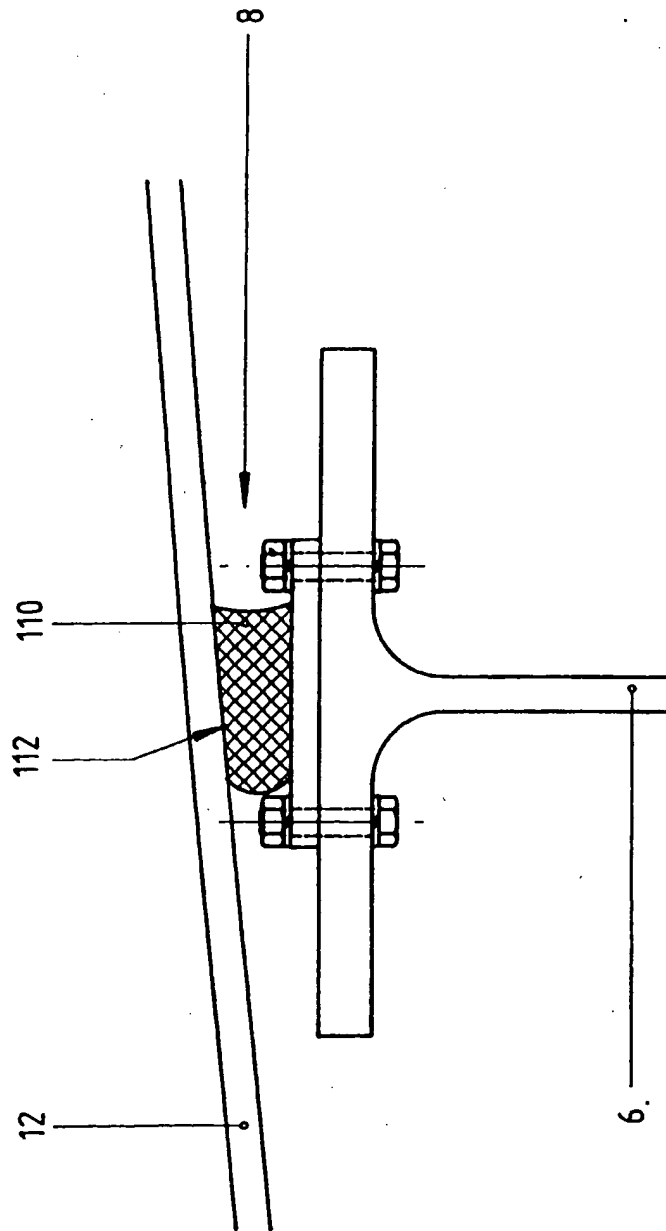


Fig. 7

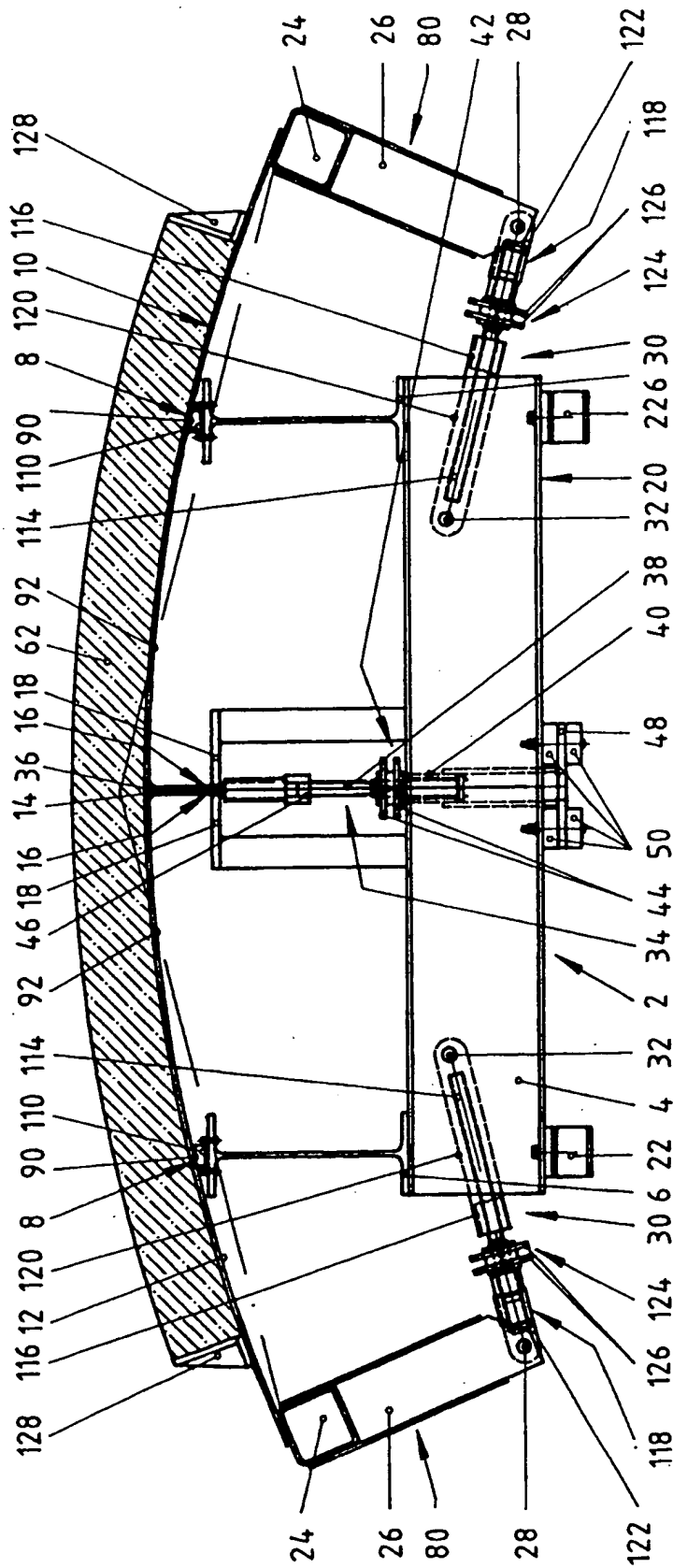


Fig. 8

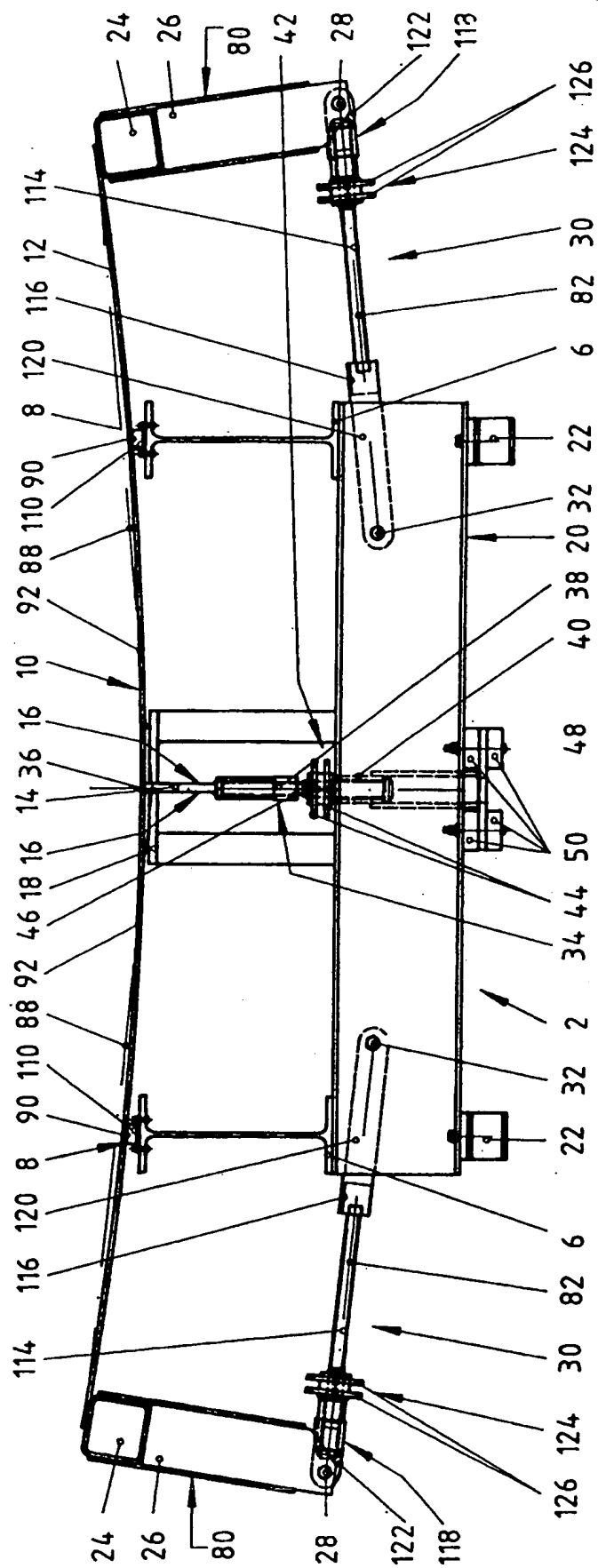


Fig. 9

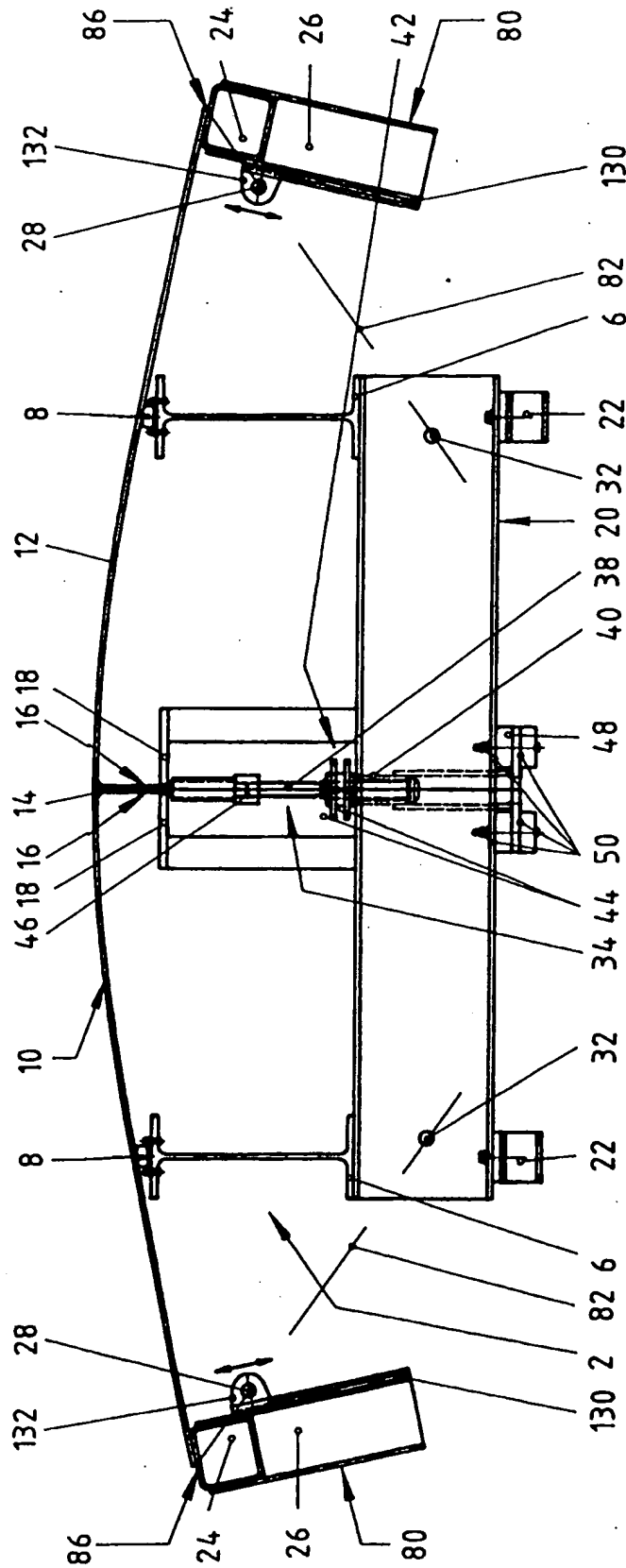
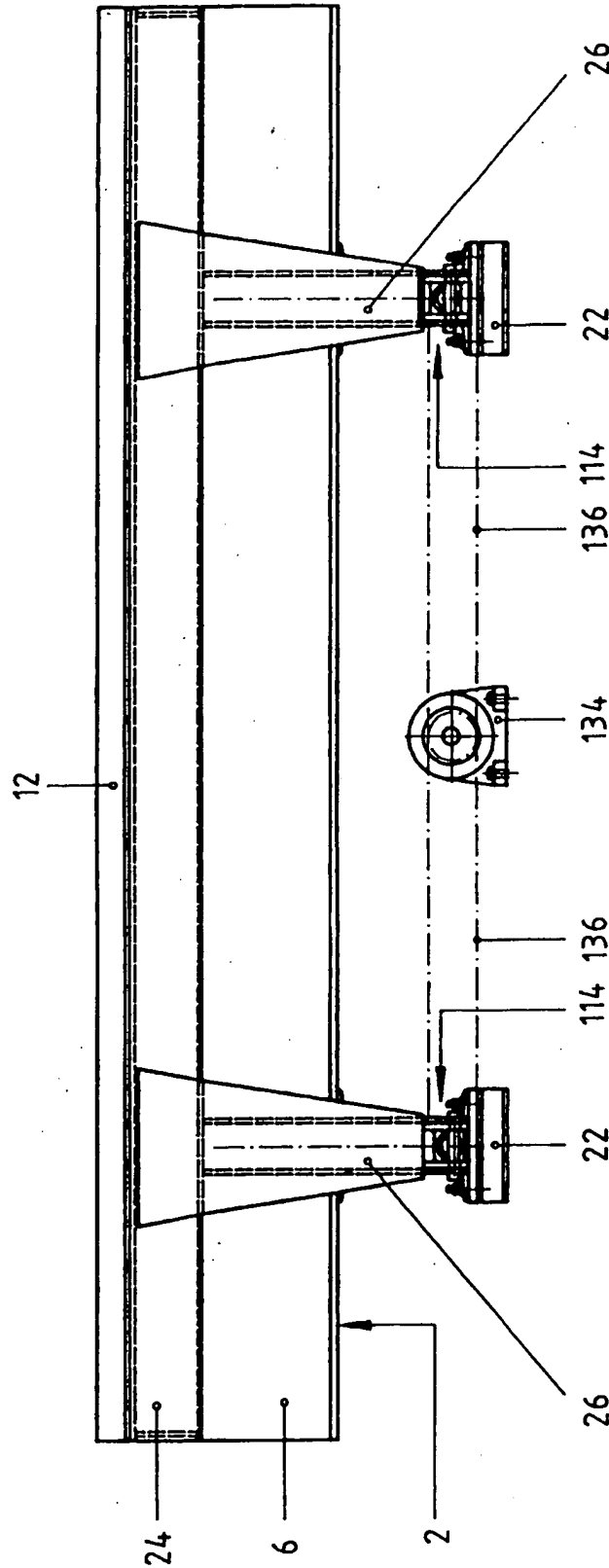


Fig. 10



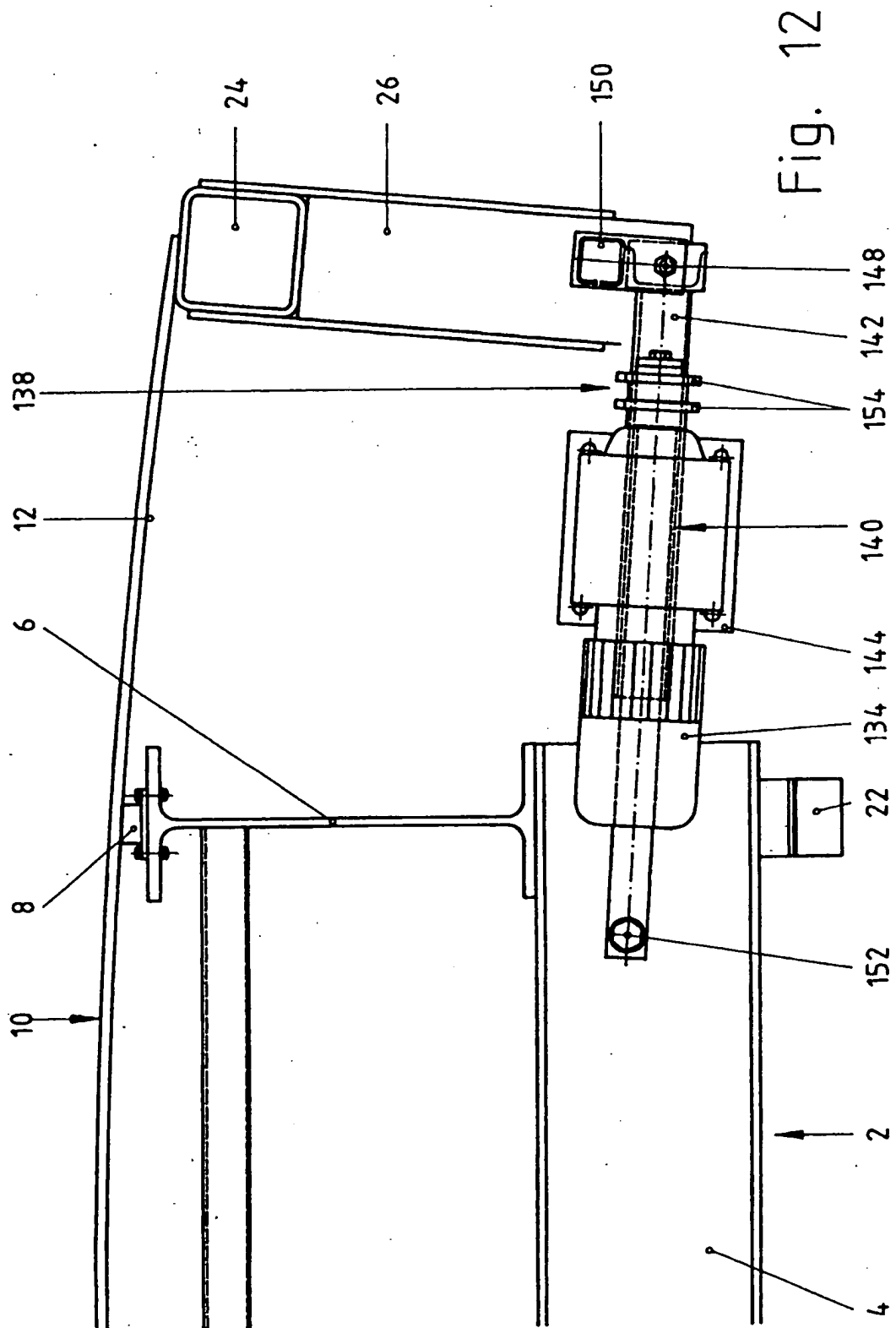


Fig. 12

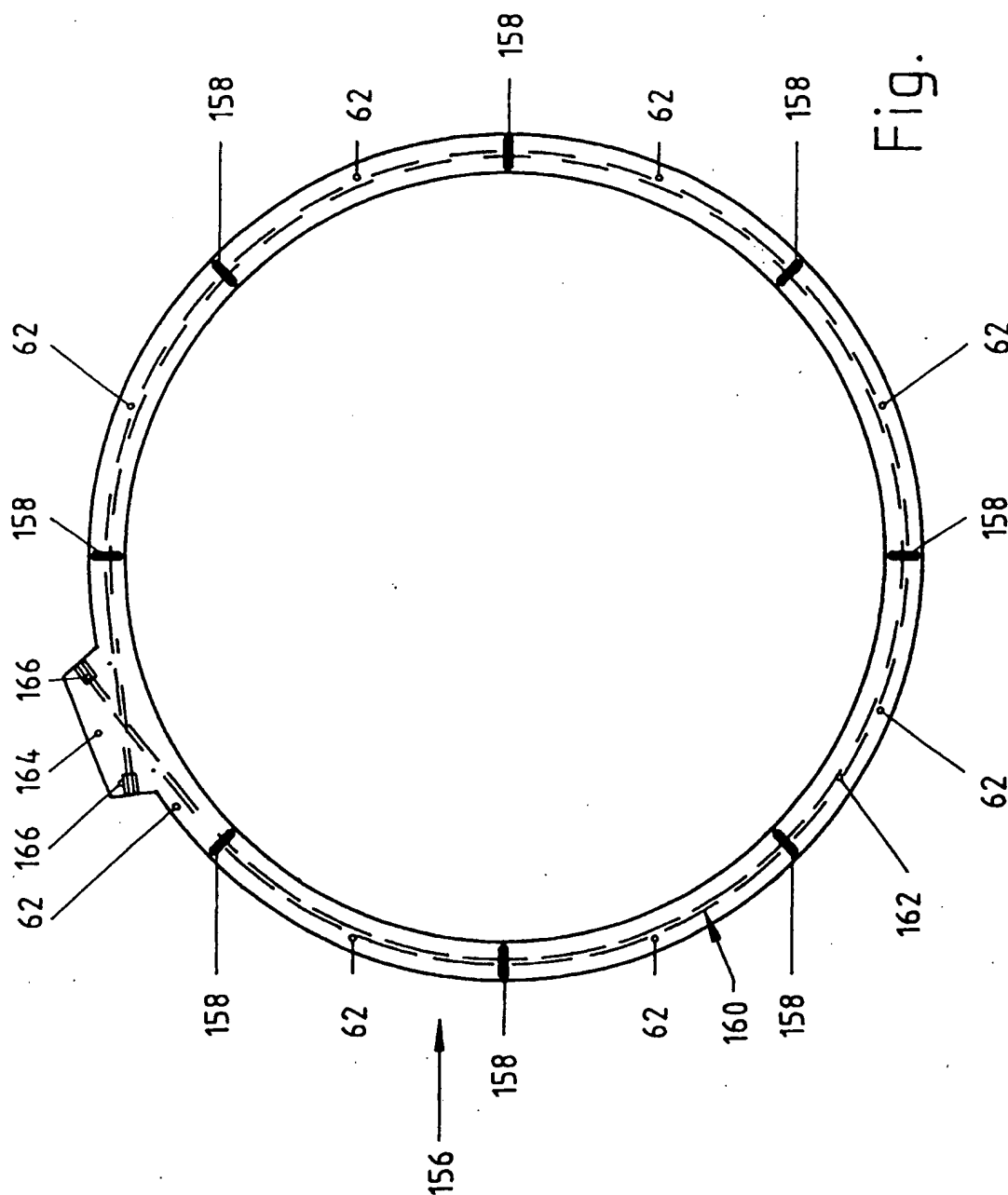


Fig. 13